

(19)



(11)

EP 3 904 764 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.11.2021 Patentblatt 2021/44

(51) Int Cl.:
F23G 7/06 (2006.01) F23J 15/02 (2006.01)
F22B 1/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20172108.1**

(22) Anmeldetag: **29.04.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder: **Kasalo, Josip**
44143 Dortmund (DE)

(74) Vertreter: **Andrejewski - Honke**
Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

(71) Anmelder: **Christof Global Impact Limited**
London
W8 4BH (GB)

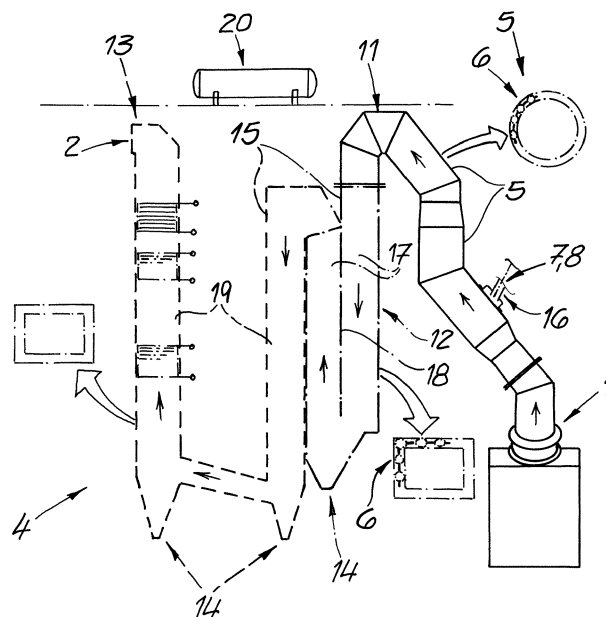
Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(54) KESSELSYSTEM ZUR BEHANDLUNG VON ABGASEN

(57) Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen mit zumindest einer Einlassöffnung (1) und zumindest einer Auslassöffnung (2) für die Abgase. Das Kesselsystem weist zumindest eine Brennkammer (3) und zumindest einen der Brennkammer in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzeessel (4) auf. Die Brennkammerwand (5) weist Kühl-

rohrabschnitte (6) auf. Die Brennkammer (3) weist zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Luftzugabeöffnung (7), für die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer (3) auf. Die Brennkammer (3) ist zumindest bereichsweise, vorzugsweise über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet.

Fig.1**EP 3 904 764 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, mit zumindest einer Einlassöffnung und zumindest einer Auslassöffnung für die Abgase, wobei das Kesselsystem zumindest eine Brennkammer und zumindest einen der Brennkammer in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzeessel aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen mit einem solchen Kesselsystem und eine Verwendung eines derartigen Kesselsystems für die Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen.

[0002] Kesselsysteme und Verfahren zur Behandlung von Abgasen sind aus der Praxis in unterschiedlichen Ausführungsformen grundsätzlich bekannt. Dabei werden die Abgase üblicherweise durch eine Brennkammer und einen Abhitzeessel geleitet. Die Abgase kühlen während der Durchströmung solcher Kesselsysteme ab und dabei kann mittels eines Dampferzeugungskreislaufes Dampf erzeugt werden. Derartige Kesselsysteme sind in der Regel an einen Schmelzofen bzw. Verbrennungssofen angeschlossen, aus dem die zu behandelnden Abgase herausströmen. In Abhängigkeit von dem Prozess bzw. Verfahren, in dem die Kesselsysteme zur Anwendung kommen, ist es oftmals erforderlich, dass in der Brennkammer eine bestimmte Temperatur und eine bestimmte Verweilzeit der Abgase eingehalten wird. Dies ist beispielsweise bei der Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen der Fall. Die bekannten Kesselsysteme ermöglichen es aber oftmals nicht, die Temperatur und/oder das Verweilzeitverhalten der Abgase in der Brennkammer je nach Anwendung und in Abhängigkeit von den Erfordernissen bzw. gesetzlichen Erfordernissen zu steuern bzw. zu regeln. Die Einhaltung der Verweilzeit- und/oder Temperaturvorgaben für die Brennkammer ist dann nur mit großem Aufwand möglich. Bei den bekannten Kesselsystemen bzw. Verfahren zur Behandlung von Abgasen ist es zudem oftmals schwierig, die Energie der Abgase optimal zu verwerten beispielsweise zur Dampferzeugung zu nutzen - und gleichzeitig einfach und funktionssicher die geforderte Temperatur und/oder die geforderte Verweilzeit in der Brennkammer einzuhalten. - Insofern besteht Verbesserungsbedarf.

[0003] Demgegenüber liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen anzugeben, mit dem eine hohe Effizienz hinsichtlich der Abkühlung der Abgase und der Energienutzung bzw. Energiegewinnung aus den Abgasen möglich ist, das nichtsdestoweniger einfach und platzsparend aufgebaut ist und bei dem je nach Anforderung die Temperatur und/oder die Verweilzeit bzw. das Verweilzeitverhalten in der Brennkammer gesteuert bzw. ge-

regelt werden kann. Weiterhin liegt der Erfindung das technische Problem zugrunde, ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen mit einem derartigen Kesselsystem sowie die Verwendung eines Kesselsystems für die Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen anzugeben.

[0004] Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung ein Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, mit zumindest einer Einlassöffnung und zumindest einer Auslassöffnung für die Abgase, wobei das Kesselsystem zumindest eine Brennkammer und zumindest einen der Brennkammer in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzeessel aufweist, wobei die Brennkammerwand Kühlrohrabschnitte aufweist, wobei die Brennkammer zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, für die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer aufweist und wobei die Brennkammer zumindest bereichsweise, vorzugsweise über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge, im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet ist.

[0005] Das erfindungsgemäße Kesselsystem wird zur Behandlung von Abgasen eingesetzt. Die Abgase können aus einem Schmelzprozess stammen, insbesondere aus einem Schmelzprozess von Eisen und anderen Metallen und/oder Reststoffen. Gemäß bevorzugter Ausführungsform wird das erfindungsgemäße Kesselsystem für die Behandlung von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen verwendet.

[0006] Bei dem Elektroschrott handelt es sich insbesondere um Altelektrogeräte bzw. deren Bestandteile. Bei Schredderleichtfraktionen handelt es sich insbesondere um Reste von Zerkleinerungsprozessen in Schredderanlagen, beispielsweise von Altfahrzeugen, Haushaltsgeräten, Bauschrott und dergleichen. Der Elektroschrott und/oder die Schredderleichtfraktionen enthalten dabei üblicherweise Eisen und/oder andere Restmetalle und/oder Kunststoffe und/oder Glas und dergleichen Bestandteile. Es ist möglich, dass dem Elektroschrott und/oder den Schredderleichtfraktionen für den Schmelzprozess zusätzliches Eisen bzw. weitere Metalle zugesetzt werden. Der Elektroschrott und/oder die Schredderleichtfraktionen werden zweckmäßigerweise in einem Schmelzofen geschmolzen.

[0007] Dabei strömen vorzugsweise aus dem Schmelzofen heiße und staubhaltige Abgase durch die zumindest eine Einlassöffnung in die Brennkammer, durchströmen die Brennkammer und den zumindest einen der Brennkammer nachgeschalteten Abhitzeessel und treten anschließend durch die zumindest eine Auslassöffnung wieder aus dem Kesselsystem aus. Strömungsrichtung der Abgase meint in diesem Zusammenhang insbesondere die Bewegungsrichtung der Abgase

von der Einlassöffnung zu der Auslassöffnung des Kesselsystems. Vorzugsweise ist die Einlassöffnung an der Brennkammer angeordnet und bildet bevorzugt den Eingang der Brennkammer. Zweckmäßigerweise ist die Auslassöffnung an dem Abhitzekeessel angeordnet und bildet vorzugsweise den Ausgang des Abhitzekeessels.

[0008] Die Brennkammer wird erfindungsgemäß von zumindest einer Brennkammerwand gebildet und diese Brennkammerwand weist Kühlrohrabschnitte auf. Vorzugsweise sind diese Kühlrohrabschnitte Bestandteile einer Mehrzahl von Kühlrohren. Bevorzugt ist die Brennkammerwand als Kühlrohrwand ausgebildet und besonders bevorzugt ist die Brennkammer vollständig bzw. im Wesentlichen vollständig von einer als Kühlrohrwand ausgestalteten Brennkammerwand gebildet. In den Kühlrohrabschnitten bzw. Kühlrohren wird ein Kühlmedium geführt. Bei diesem Kühlmedium handelt es sich vorzugsweise um Wasser. Die Kühlrohrabschnitte bzw. Kühlrohre sind gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung Teil eines Dampferzeugungskreislaufes. Dies wird später noch näher erläutert.

[0009] Erfindungsgemäß weist die Brennkammer zumindest eine Luftzugabeeinrichtung auf. Die Luftzugabeeinrichtung dient insbesondere der Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer. Die Luftzugabeeinrichtung ist vorzugsweise als Luftzugabeöffnung, bevorzugt als verschließbare Luftzugabeöffnung, ausgebildet. Die Luftzugabeeinrichtung kann im Rahmen der Erfindung als Öffnung in der Brennkammerwand, als Düse bzw. Düsenöffnung oder als Luftzugabestutzen, der eine Luftzugabeöffnung aufweist oder dergleichen eingerichtet sein. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Luftzugabeeinrichtung zumindest ein Luftzugabestutzen, der zumindest eine Luftzugabeöffnung bzw. verschließbare Luftzugabeöffnung aufweist. Die Zugabe von Verbrennungsluft zu der Brennkammer ermöglicht es im Rahmen der Erfindung, dass das in die Brennkammer eintretende Abgas, insbesondere das heiße, staubhaltige Abgas aus einem Schmelzprozess von Elektroscrott, und/oder Schredderleichtfraktionen in der Brennkammer vollständig verbrannt wird.

[0010] Erfindungsgemäß ist die Brennkammer zumindest bereichsweise, vorzugsweise über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge, im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet. Querschnitt der Brennkammer meint in diesem Zusammenhang insbesondere den Querschnitt quer bzw. senkrecht zur Längserstreckung bzw. größten Längserstreckung der Brennkammer. In den Abschnitten der Brennkammer, die im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgestaltet sind, ist die Brennkammer somit vorzugsweise zylinderförmig oder kegelstumpfförmig ausgebildet und die Brennkammerwand bildet zweckmäßigerweise den Zylindermantel bzw. die Mantelfläche des Kegelstumpfes. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennkammer über zumindest 50 %, vorzugsweise über zumindest 60 %, bevorzugt über zumindest 70 %, besonders bevorzugt über zumindest 80

% und ganz besonders bevorzugt über zumindest 90 % ihrer Länge im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet ist. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist die Brennkammer über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet. Länge der Brennkammer meint hier insbesondere die Erstreckung der Brennkammer von ihrem Eingang bzw. von der vorzugsweise an der Brennkammer angeordneten Einlassöffnung des Kesselsystems bis zu dem Übergang der Brennkammer in den Abhitzekeessel. Die Brennkammer kann dabei aus mehreren ineinander übergehenden, zylinderförmigen und/oder kegelstumpfförmigen Brennkammerabschnitten zusammengesetzt sein. Runder bzw. im Wesentlichen runder Querschnitt meint vorzugsweise einen kreisrunden oder ovalen Querschnitt, bevorzugt einen kreisrunden bzw. im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt. Der im Querschnitt runden bzw. im Wesentlichen runden Ausgestaltung der Brennkammer liegt die Erkenntnis zugrunde, dass eine effiziente Abkühlung und energetische Nutzung der Abgase möglich ist, die gleichzeitig einfach und funktionssicher zu kontrollieren ist. Die im Querschnitt runde bzw. im Wesentlichen runde Ausgestaltung der Brennkammer ermöglicht eine optimale Vermischung der Abgase mit der zugeführten Verbrennungsluft und darüber hinaus können unerwünschte Schleichströmungen der Abgase verhindert werden.

[0011] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennkammer zumindest eine Brennstoffzugabeeinrichtung, bevorzugt zumindest eine Brennstoffzugabeöffnung für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen aufweist. Durch die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen können vorzugsweise Lastschwankungen ausgeglichen werden. Derartige Lastschwankungen treten insbesondere dann auf, wenn die Ofenbeladung zu einem Großteil verbrannt ist und somit die Abgasmenge und/oder Abgastemperatur nachlässt. Bei den Ersatzbrennstoffen handelt es sich vorzugsweise um flüssige und/oder gasförmige Ersatzbrennstoffe. Dabei kann es sich gemäß einer Ausführungsform um Erdgas handeln. Alternativ oder zusätzlich können durch die Brennstoffzugabeeinrichtung Abfallstoffe als Ersatzbrennstoff in die Brennkammer eingeführt werden.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Brennstoffzugabeeinrichtung in Form von zumindest einer Brennstoffzugabeöffnung in der Brennkammerwand ausgebildet, durch die die Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe in die Brennkammer gelangen können. Bevorzugt ist die Brennstoffzugabeeinrichtung bzw. Brennstoffzugabeöffnung derart eingerichtet, dass durch diese zumindest eine Zugabelanze in die Brennkammer eingeführt werden kann, mit der dann der Brennstoff bzw. Ersatzbrennstoff der Brennkammer zugeführt wird. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennstoffzugabeeinrichtung zumindest ein Brennstoffzugabestutzen ist, der zumindest eine Brennstoffzugabeöffnung bzw. verschließbare Brennstoffzugabeöff-

nung aufweist.

[0013] Gemäß besonders bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist zumindest ein kombinierter Luftzugabe- und Brennstoffzugabestutzen vorgesehen, der als Luftzugabeeinrichtung und als Brennstoffzugabeeinrichtung, insbesondere mit zumindest einer kombinierten Luftzugabe- und Brennstoffzugabeöffnung ausgebildet ist. Durch einen solchen kombinierten Zugabestutzen kann sowohl zumindest eine Zugabelanze für zumindest einen Brennstoff bzw. Ersatzbrennstoff in die Brennkammer eingeführt werden, als auch Luft bzw. Verbrennungsluft in die Brennkammer strömen. Es ist möglich, dass mehrere kombinierte Luftzugabe- und Brennstoffzugabestutzen an der Brennkammer bzw. Brennkammerwand angeordnet sind. Die bevorzugte Ausgestaltung der Brennkammer mit zumindest einer Brennstoffzugabeeinrichtung für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen basiert auf der Erkenntnis, dass durch die Zugabe der Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe Lastschwankungen effektiv ausgeglichen werden können. Je nach Anforderungen des Prozesses bzw. Verfahrens kann Brennstoff bzw. Ersatzbrennstoff in die Brennkammer zugeführt werden und auf diese Weise können die Lastschwankungen ausgeglichen werden. Weiterhin kann die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen dazu genutzt werden, die Temperatur und/oder die Verweilzeit bzw. das Verweilzeitverhalten der Abgase in der Brennkammer zu steuern bzw. zu regeln.

[0014] Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist in der Brennkammer zumindest ein Brenner angeordnet. Vorzugsweise sind mehrere Brenner innerhalb der Brennkammer angeordnet, die besonders bevorzugt in Abhängigkeit von den eingesetzten Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen zur Verbrennung der Ersatzbrennstoffe zugeschaltet werden können.

[0015] Eine empfohlene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kesselsystems ist dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite der Brennkammer bzw. der Brennkammerwand zumindest bereichsweise mit zumindest einem feuerfesten Material ausgekleidet ist. Zweckmäßigerweise ist die Innenseite der Brennkammer bzw. der Brennkammerwand über zumindest 50 %, bevorzugt über zumindest 65 %, besonders bevorzugt über zumindest 80 % ihrer Länge, ganz besonders bevorzugt über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge mit einem feuerfesten Material ausgekleidet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das feuerfeste Material ein keramisches Material ist. Das feuerfeste Material kann insbesondere in Form von Platten und/oder als Streichmasse und/oder als Stampfmasse auf die Innenseite der Brennkammer bzw. der Brennkammerwand aufgebracht sein. Bevorzugt ist das feuerfeste Material eine feuerfeste Stampfmasse.

[0016] Erfindungsgemäß weist die Brennkammerwand Kühlrohrabschnitte auf. Vorzugsweise sind diese Kühlrohrabschnitte Bestandteil einer Mehrzahl von Kühlrohren. Gemäß besonders bevorzugter Ausgestaltung

der Erfindung ist die Brennkammerwand bzw. die Kühlrohrabschnitte der Brennkammerwand zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet. Es empfiehlt sich, dass die Brennkammer bzw. die Brennkammerwand über zumindest 50 % ihrer Länge, vorzugsweise über zumindest 65 % ihrer Länge, bevorzugt über zumindest 80 % ihrer Länge, besonders bevorzugt über zumindest 90 % ihrer Länge, ganz besonders bevorzugt über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge als Membranwand ausgebildet ist. Empfohlenermaßen ist die Brennkammerwand eine Membranwand. Membranwand meint in diesem Zusammenhang insbesondere eine Wand aus zueinander benachbarten Kühlrohren, die jeweils über einen Steg miteinander verbunden sind, so dass eine geschlossene Brennkammerwand gebildet wird.

[0017] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennkammer einen Verweilabschnitt aufweist. Der Verweilabschnitt der Brennkammer bildet Vorzugsweise in Strömungsrichtung der Abgase einen Endabschnitt der Brennkammer. Der Verweilabschnitt der Brennkammer ist zweckmäßigerweise mit einer Membranwand als Brennkammerwand ausgebildet. Es liegt aber auch im Rahmen der Erfindung, dass der Verweilabschnitt der Brennkammer eine Wandung ohne Kühlrohre bzw. ohne Kühlrohrabschnitte aufweist. Der Verweilabschnitt der Brennkammer dient insbesondere dazu, die von den Abgasen innerhalb der Brennkammer zu durchströmende Strecke zu verlängern und auf diese Weise insbesondere die Verweilzeit der Abgase in der Brennkammer zu erhöhen bzw. das Verweilzeitverhalten der Abgase zu steuern bzw. zu regeln. Dieser Ausführungsform liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch den Verweilabschnitt bzw. die daraus resultierende Verweilstrecke, die vorzugsweise einen Endabschnitt der Brennkammer bildet, die geforderte bzw. gesetzlich geforderte Verweilzeit der Abgase in der Brennkammer gewährleistet bzw. eingehalten werden kann.

[0018] Die Anforderungen an die Verweilzeit bzw. das Verweilzeitverhalten der Abgase und/oder die Temperatur in der Brennkammer können je nach Prozess bzw. Verfahren variieren. Üblicherweise kann die geforderte bzw. gesetzlich geforderte Verweilzeit etwa zwei Sekunden betragen. Die gesetzlich geforderte Temperatur, die über diese Verweilzeit mindestens in der Brennkammer herrschen muss, kann etwa 1100°C betragen. Durch die erfindungsgemäße, spezielle Ausgestaltung der Brennkammer ist es möglich, die Verweilzeit und/oder die Temperatur effektiv an die Erfordernisse anzupassen und gleichzeitig die Abgase äußerst effizient zur Energiegewinnung, insbesondere zur Dampferzeugung, zu verwenden.

[0019] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kesselsystems ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abhitzekeessel zumindest einen Kesselleerzugteil aufweist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Kesselleerzugteil des Abhitzekeessels in Strömungsrichtung der Abgase unmittelbar nach der

Brennkammer angeordnet ist. Zweckmäßigerweise weist der Kesselleerzugteil zumindest einen, vorzugsweise zumindest zwei Kesselleerzüge auf, die bevorzugt durch eine Trennwand voneinander getrennt sind. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Abhitzekessel zumindest einen Konvektionsteil aufweist. Es empfiehlt sich, dass der Konvektionsteil zumindest einen Konvektionszug, vorzugsweise zumindest zwei Konvektionszüge aufweist. Mit dem Begriff Zug ist im Rahmen der Erfindung insbesondere ein Kesselteil oder Kesselabschnitt gemeint, der von den Abgasen im Wesentlichen ohne Richtungsänderung durchströmt wird.

[0020] Gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Abhitzekessel zumindest einen Kesselleerzugteil und zumindest einen Konvektionsteil. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass in Strömungsrichtung der Abgase unmittelbar nach der Brennkammer ein Kesselleerzugteil des Abhitzekessels folgt und dass anschließend in Strömungsrichtung der Abgase nach dem Kesselleerzugteil ein Konvektionsteil des Abhitzekessels folgt. Im Rahmen einer solchen Ausführungsform durchströmen die aus einem Ofen bzw. Schmelzofen austretenden Abgase zunächst die Brennkammer, anschließend den Kesselleerzugteil des Abhitzekessels und schließlich den Konvektionsteil des Abhitzekessels. Diese Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kesselsystems ermöglicht es insbesondere, dass in der Brennkammer zunächst die geforderte bzw. gesetzlich geforderte Verweilzeit und/oder die Temperatur gehalten werden kann und dass anschließend in dem Kesselleerzugteil und/oder in dem Konvektionsteil des Abhitzekessels ein rascher Wärmeabbau der Abgase erfolgt, wobei die Wärme der Abgase zur effektiven Dampferzeugung genutzt werden kann.

[0021] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Abhitzekessel zumindest bereichsweise einen eckigen, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt aufweist. Querschnitt des Abhitzekessels meint in diesem Zusammenhang insbesondere den Querschnitt des Abhitzekessels quer bzw. senkrecht zu seiner Längserstreckung bzw. größten Längserstreckung. Zweckmäßigerweise ist der Abhitzekessel über zumindest 50 %, vorzugsweise über zumindest 60 %, bevorzugt über zumindest 70 %, besonders bevorzugt über zumindest 80 % und ganz besonders bevorzugt über zumindest 90 % seiner Länge im Querschnitt eckig bzw. rechteckig ausgebildet. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung ist der Abhitzekessel über seine gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über seine gesamte Länge im Querschnitt eckig, insbesondere rechteckig ausgebildet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Abhitzekessel zumindest bereichsweise einen quadratischen Querschnitt aufweist. Grundsätzlich liegen auch andere eckige Querschnittsformen, beispielsweise ein sechseckiger, achteckiger oder dergleichen Querschnitt im Rahmen der Erfindung. Es empfiehlt sich, dass der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil zumindest bereichsweise einen eckigen, insbesondere einen rechte-

ckigen Querschnitt aufweist. Bevorzugt ist der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil über seine gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über seine gesamte Länge im Querschnitt eckig, insbesondere rechteckig ausgebildet.

[0022] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Brennkammer und dem Abhitzekessel ein Querschnittsübergang von rund bzw. im Wesentlichen rund nach eckig, insbesondere rechteckig erfolgt. Wenn die Brennkammer gemäß bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rund ausgebildet ist und der Abhitzekessel zumindest bereichsweise, vorzugsweise über seine gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über seine gesamte Länge im Querschnitt eckig, insbesondere rechteckig ausgebildet ist, findet an der Übergangsstelle bzw. im Übergangsbereich zwischen Brennkammer und Abhitzekessel ein Querschnittsübergang von rund bzw. im Wesentlichen rund nach eckig, insbesondere rechteckig statt. Hierzu kann ein entsprechendes Übergangsstück vorgesehen sein. Ganz besonders bevorzugt erfolgt der Querschnittsübergang zwischen der Brennkammer und dem Kesselleerzugteil des Abhitzekessels.

[0023] Gemäß einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kesselsystems weist der Abhitzekessel zumindest bereichsweise, vorzugsweise über seine gesamte Länge einen runden bzw. im Wesentlichen runden Querschnitt auf. Zweckmäßigerweise ist im Rahmen einer solchen Ausführungsform der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil zumindest bereichsweise, vorzugsweise vollständig im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet. Dadurch kann insbesondere einer Verformung der Bauteile durch hohen Innendruck in dem Kesselsystem entgegengewirkt werden.

[0024] Gemäß bevorzugter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kesselsystems weist der Abhitzekessel zumindest eine Staubabscheidungseinrichtung auf. Die Staubabscheidungseinrichtung ist vorzugsweise trichterförmig ausgebildet. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil des Abhitzekessels zumindest eine Staubabscheidungseinrichtung, vorzugsweise eine trichterförmige Staubabscheidungseinrichtung aufweist.

[0025] Es ist bevorzugt, dass die Wandungen des Abhitzekessels Kühlrohrabschnitte aufweisen und insbesondere zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet sind. Empfohlenermaßen sind die Wandungen des Kesselleerzugteils mit Kühlrohrabschnitten versehen und sind bevorzugt zumindest bereichsweise, besonders bevorzugt über die gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über die gesamte Länge des Kesselleerzugteils als Membranwand ausgebildet. Bei dem Kesselleerzugteil des Abhitzekessels kann es sich insbesondere um zumindest einen Kesselleerzug handeln. Kesselleerzug meint im Rahmen der Erfindung insbesondere einen

Kesselabschnitt bzw. Kesselteil bei dem lediglich die Wandungen Kühlrohrabschnitte aufweisen bzw. als Kühlrohrwand, insbesondere als Membranwand ausgebildet sind und in dessen Innenraum ansonsten vorzugsweise keine weiteren Kühlrohre bzw. im Wesentlichen keine weiteren Kühlrohre angeordnet sind. Grundsätzlich kann ein Kesselleerzug auch vollständig ohne Kühlrohrabschnitte ausgebildet sein.

[0026] Zweckmäßigerweise sind zumindest zwei solcher Kesselleerzüge für den Kesselleerzugteil vorgesehen. Demgegenüber sind in dem Konvektionsteil des Abhitzekessels, der vorzugsweise zumindest einen Konvektionszug aufweist, insbesondere Konvektionsheizflächen vorgesehen, die im Innenraum des Konvektionsteils bzw. des Konvektionszuges verlaufen und vorzugsweise quer zur Strömungsrichtung der Abgase bzw. quer zur Längsrichtung des Konvektionsteils angeordnet sind. Bei den Konvektionsheizflächen kann es sich beispielsweise um Kühlrohre bzw. Kühlrohrbündel handeln. Konvektionzug meint somit im Rahmen der Erfindung insbesondere einen Kesselabschnitt bzw. Kesselteil, in dessen Innenraum - vorzugsweise quer zur Strömungsrichtung der Abgase - Konvektionsheizflächen angeordnet sind. Im Rahmen der Erfindung sind insbesondere zumindest zwei Konvektionszüge als Konvektionsteil des Abhitzekessels vorgesehen.

[0027] In dem Kesselleerzugteil des Abhitzekessels kann der Wärmeübergang von den Abgasen auf die Kühlrohrabschnitte durch Strahlung erfolgen, wenn die Abgastemperatur entsprechend hoch ist. Es ist zusätzlich oder alternativ möglich, dass der Wärmeübergang von den Abgasen auf die Kühlrohrabschnitte der Wandungen in dem Kesselleerzugteil durch Konvektion erfolgt. Im Konvektionsteil des Abhitzekessels, in dem die Temperatur des Abgases bevorzugt geringer ist erfolgt der Wärmeübergang vom Abgas auf die Konvektionsheizflächen bzw. Kühlrohre im Wesentlichen durch Konvektion.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist zur Umlenkung des Abgasstromes zwischen zwei Konvektionszügen ein Kesselleerzug bzw. zusätzlicher Kesselleerzug angeordnet, damit die Konvektionszüge jeweils von oben nach unten von dem Abgas durchströmt werden.

[0029] Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennkammer überwiegend in Höhenrichtung verläuft. Die in die Brennkammer eintretenden Abgase strömen somit vorzugsweise in der Brennkammer überwiegend in Höhenrichtung. Höhenrichtung meint hier insbesondere vertikal und/oder schräg zum Untergrund des Kesselsystems. Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Brennkammer Abschnitte aufweist, deren Längsachse vertikal zum Untergrund angeordnet ist und/oder Abschnitte aufweist, deren Längsachse schräg zum Untergrund angeordnet ist. Es liegt weiterhin im Rahmen der Erfindung, dass der Abhitzekessel zumindest ein Vertikalkessel ist, dessen Längsachse vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal, insbesondere vertikal zum Unter-

grund des Kesselsystems, angeordnet ist und der vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal von dem Abgas durchströmt wird. Vorzugsweise ist der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil des Abhitzekessels zumindest ein Vertikalkessel bzw. ein Vertikalzug. Gemäß besonders bevorzugter Ausführungsform der Erfindung verläuft die Brennkammer überwiegend in Höhenrichtung und der in Strömungsrichtung der Abgase der Brennkammer nachgeschaltete Abhitzekessel ist als Vertikalkessel mit mehreren vertikalen Zügen ausgebildet. Zweckmäßigerweise weist der Kesselleerzugteil des Abhitzekessels zumindest einen, vorzugsweise zumindest zwei vertikale Kesselleerzüge auf und/oder der Konvektionsteil des Abhitzekessels weist zumindest einen, vorzugsweise zumindest zwei vertikale Konvektionszüge auf. Im Rahmen einer solchen Ausgestaltung sind die vorzugsweise vorgesehenen Staubabscheidungseinrichtungen im unteren Bereich des Kesselleerzugteils und/oder des Konvektionsteils und insbesondere im unteren Bereich der Kesselleerzüge und/oder der Konvektionszüge angeordnet. Unterer Bereich meint in diesem Zusammenhang insbesondere den dem Untergrund zugewandten Bereich des Abhitzekessels. Grundsätzlich liegt es auch im Rahmen der Erfindung, dass der Kesselleerzugteil und/oder der Konvektionsteil als liegende Kessel bzw. liegende Züge ausgebildet sind, deren Längsachse horizontal bzw. im Wesentlichen horizontal angeordnet ist und die in ihrer Längsrichtung horizontal bzw. im Wesentlichen horizontal von dem Abgas durchströmt werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der Kesselleerzugteil des Abhitzekessels als zumindest ein Vertikalkessel bzw. Vertikalzug und der Konvektionsteil des Abhitzekessels als zumindest ein liegender Kessel bzw. Horizontalzug ausgebildet.

[0030] Gemäß empfohlener Ausführungsform sind die Kühlrohrabschnitte Teil eines Dampferzeugungskreislaufes, der bevorzugt derart eingerichtet ist, dass mit dem Kesselsystem Dampf im Naturumlauf und/oder im Zwangumlauf erzeugt werden kann. Die Kühlrohrabschnitte sind zweckmäßigerweise Bestandteil einer Mehrzahl von Kühlrohren, die vorzugsweise eine Kühlrohrwand, beispielsweise eine Membranwand bilden. Das Kühlmedium wird den Kühlrohrabschnitten bzw. Kühlrohren bevorzugt über zumindest eine Vorlaufleitung zugeführt. Über zumindest eine Rücklaufleitung wird das in dem Kesselsystem, insbesondere in der Brennkammer und/oder dem Abhitzekessel erwärmte Kühlmedium empfehlenermaßen wieder abgeführt. Zweckmäßigerweise weist das Kesselsystem bzw. der Dampferzeugungskreislauf des Kesselsystems zumindest eine Dampftrommel bzw. eine Dampfobertrommel auf. Wenn das Kesselsystem im Naturumlauf betrieben wird, erfolgt die Umwälzung des Kühlmediums bzw. des erzeugten Dampfes insbesondere durch Konvektion. Wenn das Kesselsystem im Zwangumlauf betrieben wird, ist zumindest eine Umwälzpumpe zur Zwangumwälzung des Kühlmediums bzw. des erzeugten Dampfes vorgesehen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das Kesselsystem derart eingerichtet ist, dass eine Kombination aus Naturumlauf und Zwangumlauf möglich ist. Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kesselsystems ist der Dampferzeugungskreislauf so eingerichtet, dass Sattedampf und/oder überhitzter Dampferzeugt werden kann.

[0031] Zur Lösung des technischen Problems lehrt die Erfindung weiterhin ein Verfahren zur Behandlung von Abgasen - insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen - mit einem vorstehend beschriebenen Kesselsystem, umfassend die folgenden Schritte:

- Einleitung von Abgasen in die Brennkammer,
- Vollständige bzw. im Wesentlichen vollständige Verbrennung der Abgase unter Zugabe von Verbrennungsluft in der Brennkammer,
- Einleitung der Abgase in den Abhitzekegel zur weiteren Abkühlung der Abgase,

wobei während der Durchströmung der Brennkammer und/oder des Abhitzekegels durch die Abgase durch Wechselwirkung der Abgase mit den Kühlrohrabschnitten Dampf erzeugt wird.

[0032] Es liegt im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass der Brennkammer, insbesondere durch die Brennstoffzugabeeinrichtung, Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe zugeführt werden, die vorzugsweise zum Ausgleich von Lastschwankungen in der Brennkammer verbrannt bzw. mitverbrannt werden.

[0033] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens strömen die Abgase vorzugsweise aus einem Schmelzofen durch die zumindest eine Einlassöffnung des Kesselsystems in die Brennkammer. Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren als Batch-Verfahren durchgeführt, so dass der Schmelzofen mit einer gewissen Menge an Brennstoff, insbesondere Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, beladen wird und erst nach der Verbrennung der Brennstoffmenge mit neuem Brennstoff beladen wird. In diesem Zusammenhang können gemäß bevorzugter Ausführungsform der Erfindung der Brennkammer Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe zugeführt werden, um insbesondere Lastschwankungen des Schmelzofens auszugleichen. Es liegt aber grundsätzlich auch im Rahmen der Erfindung, dass der Schmelzofen kontinuierlich betrieben wird, indem dem Ofen kontinuierlich neuer Brennstoff zugeführt wird.

[0034] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung eines vorstehend beschriebenen Kesselsystems für die Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen. Für die Behandlung der Abgase aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen hat sich das erfindungsgemä-

ße Kesselsystem besonders bewährt.

[0035] Schließlich betrifft die Erfindung eine Anlage für die Behandlung von Abgasen, insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus der Verbrennung von Elektroschrott mit zumindest einem erfindungsgemäßen Kesselsystem und zumindest einem an das Kesselsystem angeschlossenen Ofen bzw. Schmelzofen.

[0036] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass mit dem erfindungsgemäßen Kesselsystem eine effiziente Behandlung von Abgasen - insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen - möglich ist und dass in der erfindungsgemäßen Brennkammer des Kesselsystems die erforderliche bzw. gesetzlich erforderliche Verweilzeit und/oder die Temperatur des Abgases je nach Anforderung gesteuert bzw. geregelt werden kann. Durch die gemäß bevorzugter Ausführungsform vorgesehene Brennstoffzugabeeinrichtung für Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe können Lastschwankungen effektiv und funktionssicher ausgeglichen werden und die erforderliche Temperatur innerhalb der Brennkammer sichergestellt bzw. gehalten werden. Die erfindungsgemäß zumindest bereichsweise im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildete Brennkammer ermöglicht eine sehr zufriedenstellende Kontrolle der Verbrennungsvorgänge in der Brennkammer, da eine optimale Vermischung der zugegebenen Verbrennungsluft mit den Abgasen erfolgt und Schleichströmungen nahezu gänzlich vermieden werden können. Auf diese Weise ermöglicht die erfindungsgemäße Brennkammer gleichzeitig eine effektive Verbrennung, eine effektive Dampferzeugung und eine optimale Kontrolle der Parameter wie Verweilzeit bzw. Verweilzeitverhalten und/oder Temperatur der Abgase in der Brennkammer. Durch den der Brennkammer erfindungsgemäß in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzekegel, der vorzugsweise einen Kesselleerzugteil und einen Konvektionsteil aufweist, kann eine kontrollierte Abkühlung der Abgase erfolgen, wobei die Wärme der Abgase effizient für eine Dampferzeugung genutzt werden kann. Insoweit zeichnet sich das erfindungsgemäße Kesselsystem und das mit dem Kesselsystem durchgeführte Verfahren zur Behandlung der Abgase sowohl durch einen einfachen und wenig aufwendigen Aufbau, als auch durch hohe Effizienz bei der Kühlung der Abgase und der Dampferzeugung aus.

[0037] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1: Ein erfindungsgemäßes Kesselsystem in einer Übersichtsdarstellung

Fig. 2: Eine Ansicht der Brennkammerwand des in Fig. 1 dargestellten Gegenstandes im Schnitt.

[0038] Die Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbesondere von

staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen. Das Kesselsystem ist vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel an einen Schmelzofen angeschlossen. Das Kesselsystem weist erfindungsgemäß zumindest eine Einlassöffnung 1 und zumindest eine Auslassöffnung 2 für die Abgase auf. Das Kesselsystem umfasst weiterhin zumindest eine Brennkammer 3 und zumindest einen der Brennkammer 3 in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzekeessel 4. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel ist die Einlassöffnung 1 an dem dem Ofen zugewandten bzw. an den Ofen angeschlossenen Ende der Brennkammer 3 angeordnet. Empfohlenermaßen und im Ausführungsbeispiel ist die Auslassöffnung 2 an dem Abhitzekeessel 4 bzw. in Strömungsrichtung der Abgase an einem Endabschnitt des Abhitzekeessels 4 angeordnet. Die die Brennkammer 3 bildende Brennkammerwand 5 weist erfindungsgemäß Kühlrohrabschnitte 6 auf. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel ist die Brennkammerwand 5 zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet. Die Kühlrohre der Membranwand sind bevorzugt Teil eines Dampferzeugungskreislaufes zur Erzeugung von Dampf mittels der heißen Abgase.

[0039] Die Brennkammer 3 ist zumindest bereichsweise, vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt kreisrund bzw. im Wesentlichen kreisrund ausgebildet. Querschnitt meint hier insbesondere den Querschnitt quer bzw. senkrecht zur Längserstreckung der Brennkammer 3. Die Brennkammer 3 ist empfohlenermaßen und im Ausführungsbeispiel aus mehreren, im Wesentlichen zylinderförmigen und/oder kegelstumpfförmigen Teilabschnitten aufgebaut, bei denen die Brennkammerwand 5 den Zylindermantel bzw. die Mantelfläche des Kegelstumpfes bildet.

[0040] Die Brennkammer 3 weist erfindungsgemäß zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel zumindest eine Luftzugabeöffnung 7 für die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer 3 auf. Gemäß besonders empfohlener Ausführungsform und im Ausführungsbeispiel weist die Brennkammer 3 außerdem zumindest eine Brennstoffzugabeeinrichtung für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen auf. Bei den Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen handelt es sich vorzugsweise um flüssige und/oder gasförmige Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel ist die Brennstoffzugabeeinrichtung zumindest eine Brennstoffzugabeöffnung 8. Empfohlenermaßen und im Ausführungsbeispiel ist ein kombinierter Luftzugabe- und Brennstoffzugabestutzen 16 an der Brennkammer angeordnet, der als Luftzugabe- und Brennstoffzugabeeinrichtung ausgebildet ist und zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel zumindest eine Öffnung aufweist, die als Luftzugabeöffnung 7 und als Brennstoffzugabeöffnung 8 eingerichtet ist (s. insbesondere Fig. 2). Der kombinierte Stutzen 16 dient somit einerseits als

Luftzugabeöffnung 7 zur Einströmung von Verbrennungsluft in die Brennkammer 3 und andererseits als Brennstoffzugabeöffnung 8 für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen in die Brennkammer 3. Durch die Brennstoffzugabeöffnung 8 bzw. den kombinierten Stutzen 16 kann zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel zumindest eine Zugabelanze in die Brennkammer eingeführt werden, mit der der Brennstoff bzw. Ersatzbrennstoff der Brennkammer 3 zugeführt wird. Durch die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen können insbesondere Lastschwankungen des Ofens ausgeglichen werden und/oder die Temperatur und die Verweilzeit bzw. das Verweilzeitverhalten der Abgase in der Brennkammer können gesteuert bzw. geregelt werden.

[0041] Im Rahmen der Erfindung und im Ausführungsbeispiel ist in der Brennkammer 3 zumindest ein in den Figuren nicht dargestellter Brenner angeordnet. Empfohlenermaßen sind in der Brennkammer 3 mehrere Brenner vorgesehen. Die Brenner können insbesondere die Verbrennung der Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe unterstützen und/oder zur Temperaturregelung in der Brennkammer 3 dienen.

[0042] Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel ist die Innenseite der Brennkammer 3 bzw. der Brennkammerwand 5 zumindest bereichsweise mit einem feuerfesten Material 10 ausgekleidet. Dies ist insbesondere in der Fig. 2 dargestellt. Bei dem feuerfesten Material 10 handelt es sich vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel um eine feuerfeste Stampfmasse.

[0043] Gemäß empfohlener Ausführungsform und im Ausführungsbeispiel weist die Brennkammer 3 einen Verweilabschnitt 11 auf, der zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1 in Strömungsrichtung der Abgase einen Endabschnitt der Brennkammer 3 bildet. Der Verweilabschnitt 11 der Brennkammer 3 verlängert insbesondere die Verweilstrecke der Brennkammer 3, so dass die Verweilzeit des Abgases in der Brennkammer 3 erhöht wird.

[0044] Eine besonders empfohlene Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Abhitzekeessel 4 einen Kesselleerzugteil 12 aufweist. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel schließt der Kesselleerzugteil 12, der in der Fig. 1 strichpunktiert dargestellt ist, in Strömungsrichtung der Abgase unmittelbar an die Brennkammer 3 an. Der Kesselleerzugteil 12 umfasst vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 zwei Kesselleerzüge 17, die durch eine Trennwand 18 voneinander getrennt sind. Empfohlenermaßen und im Ausführungsbeispiel weist der Abhitzekeessel 4 weiterhin zumindest einen Konvektionsteil 13 auf, der in der Fig. 1 gestrichelt dargestellt ist. Der Konvektionsteil 13 schließt empfohlenermaßen und im Ausführungsbeispiel in Strömungsrichtung der Abgase an den Kesselleerzugteil 12 an. Bevorzugt und im Ausführungsbeispiel umfasst der Konvektionsteil 13 zwei Konvektionszüge 19.

[0045] Im Rahmen der Erfindung und dem Ausfüh-

rungsbeispiel weisen die Wandungen des Kesselleerzugteils 12 zumindest bereichsweise Kühlrohrabschnitte 6 auf. Zweckmäßigerweise weisen die Kesselleerzüge 17 des Kesselleerzugteils 12 lediglich im Bereich der Wandungen Kühlrohrabschnitte 6 auf und weisen insbesondere in ihrem Innenraum keine weiteren bzw. im Wesentlichen keine weiteren Kühlrohre auf. Empfohlenermaßen sind in den Konvektionszügen 19 des Konvektionsteils 13 Konvektionsheizflächen - vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel Kühlrohrbündel - vorgesehen, die im Innenraum der Konvektionszüge 19, bevorzugt und im Ausführungsbeispiel quer zur Strömungsrichtung der Abgase, verlaufen.

[0046] Gemäß bevorzugter Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kesselsystems und im Ausführungsbeispiel ist der Abhitzekegel 4 zumindest bereichsweise im Querschnitt eckig, insbesondere rechteckig ausgebildet. Zweckmäßigerweise sind die Kesselleerzüge 17 des Kesselleerzugteils 12 und die Konvektionszüge 19 des Konvektionsteils 13 des Abhitzekegels 4 zumindest bereichsweise im Querschnitt eckig, insbesondere rechteckig ausgebildet und ganz besonders bevorzugt und im Ausführungsbeispiel über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rechteckig ausgebildet. Empfohlenermaßen erfolgt zwischen der Brennkammer 3 und dem Abhitzekegel 4 ein Querschnittsübergang von rund bzw. im Wesentlichen rund nach eckig, insbesondere rechteckig. Bevorzugt und im Ausführungsbeispiel erfolgt dieser Querschnittsübergang von rund nach eckig an dem Übergang zwischen Brennkammer 3 und Kesselleerzugteil 12 des Abhitzekegels 4.

[0047] Im Rahmen der Erfindung und im Ausführungsbeispiel verläuft die Brennkammer 3 überwiegend in Höhenrichtung. Empfohlenermaßen ist der Abhitzekegel 4 zumindest ein Vertikalkessel, dessen Längsachse im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und der vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal von dem Abgas durchströmt wird. Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind die Kesselleerzüge 17 des Kesselleerzugteils 12 als Vertikalzüge bzw. Vertikalkessel ausgebildet und die Konvektionszüge 19 des Konvektionsteils 13 sind als Vertikalzüge bzw. Vertikalkessel ausgebildet. Die Kesselleerzüge 17 und die Konvektionszüge 19 werden somit im Ausführungsbeispiel vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal von dem Abgas durchströmt.

[0048] Gemäß bevorzugter Ausführungsform und im Ausführungsbeispiel weist der Abhitzekegel 4 zumindest eine Staubabscheidungseinrichtung 14 auf, die zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel trichterförmig ausgebildet ist. Im Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren sind trichterförmige Staubabscheidungseinrichtungen 14 an der Unterseite der beiden Konvektionszüge 19 des Konvektionsteils 13 sowie an der Unterseite des Kesselleerzugteils 12 angeordnet.

[0049] Im Rahmen der Erfindung und im Ausführungsbeispiel sind die Kühlrohrabschnitte 6 Teil eines Dampf-

erzeugungskreislaufes, der bevorzugt derart eingerichtet ist, dass mit dem Kesselsystem Dampf im Naturumlauf und/oder im Zwangumlauf erzeugt werden kann. Dazu weist das Kesselsystem im Ausführungsbeispiel etwa eine Dampftrommel bzw. Dampfobertrommel 20 auf. Der Dampferzeugungskreislauf ist insbesondere so eingerichtet, dass Sattedampf und/oder überhitzter Dampf erzeugt werden kann.

[0050] Zweckmäßigerweise und im Ausführungsbeispiel wird das erfindungsgemäße Kesselsystem zur Behandlung von staubhaltigen, heißen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen eingesetzt. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Behandlung von Abgasen - insbesondere staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess und/oder Schredderleichtfraktionen - werden die Abgase aus dem Schmelzofen über die Einlassöffnung 1 in die Brennkammer 3 eingeleitet und dort vollständig bzw. im Wesentlichen vollständig unter Zugabe von Verbrennungsluft durch die Luftzugabeeinrichtung bzw. die zumindest eine Luftzugabeeinrichtung 7 verbrannt. Anschließend werden die Abgase in den Abhitzekegel 4 zur weiteren Abkühlung eingeleitet und durchströmen vorzugsweise zunächst den Kesselleerzugteil 12 und dann den Konvektionsteil 13. Nachfolgend verlassen die Abgase das Kesselsystem durch die Auslassöffnung 2, die vorzugsweise und im Ausführungsbeispiel in einem Endabschnitt des Konvektionsteils 13 angeordnet ist. Während der Durchströmung der Brennkammer 3 und/oder des Abhitzekegels 4 durch die Abgase wird durch Wechselwirkung der Abgase mit den Kühlrohrabschnitten 6 Dampf erzeugt. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden vorzugsweise durch die Brennstoffzugabeeinrichtung bzw. die zumindest eine Brennstoffzugabeeinrichtung 8 Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe zugeführt, die zum Ausgleich von Lastschwankungen in der Brennkammer 3 verbrannt bzw. mitverbrannt werden.

Patentansprüche

1. Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, mit zumindest einer Einlassöffnung (1) und zumindest einer Auslassöffnung (2) für die Abgase, wobei das Kesselsystem zumindest eine Brennkammer (3) und zumindest einen, der Brennkammer (3) in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzekegel (4) aufweist, wobei die Brennkammerwand (5) Kühlrohrabschnitte (6) aufweist, wobei die Brennkammer (3) zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Luftzugabeeinrichtung (7), für die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer (3) aufweist und wobei die Brennkammer (3) zumindest bereichsweise, vorzugsweise über ihre gesam-

te Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet ist.

2. Kesselsystem nach Anspruch 1, wobei die Brennkammer (3) zumindest eine Brennstoffzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Brennstoffzugabeöffnung (8), für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen, bevorzugt von flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen, aufweist. 5 10
3. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei in der Brennkammer (3) zumindest ein Brenner angeordnet ist. 15
4. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Innenseite der Brennkammer (3) bzw. der Brennkammerwand (5) zumindest bereichsweise mit einem feuerfesten Material (10) ausgekleidet ist. 20
5. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Brennkammerwand (5) bzw. die Kühlrohrabschnitte (6) der Brennkammerwand (5) zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet ist. 25
6. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Brennkammer (3) einen Verweilabschnitt (11) aufweist, der vorzugsweise in Strömungsrichtung der Abgase einen Endabschnitt der Brennkammer (3) bildet. 30
7. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest einen Kesselleerzugteil (12) aufweist. 35
8. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest einen Konvektionsteil (13) aufweist. 40
9. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest bereichsweise einen eckigen, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt aufweist und wobei bevorzugt zwischen der Brennkammer (3) und dem Abhitzekeessel (4) ein Querschnittsübergang von rund bzw. im Wesentlichen rund nach eckig, insbesondere rechteckig, erfolgt. 45
10. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest eine Staubabscheidungseinrichtung (14) aufweist, die vorzugsweise trichterförmig ausgebildet ist. 50
11. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Wandungen (15) des Abhitzekeessels (4), insbesondere des Kesselleerzugteils (12), Kühlrohrabschnitte (6) aufweisen und vorzugsweise zumin-

dest bereichsweise als Membranwand ausgebildet sind.

12. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Brennkammer (3) im Wesentlichen in Höhenrichtung verläuft und/oder wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest ein Vertikalkessel ist, dessen Längsachse im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und der vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal von dem Abgas durchströmt wird.
13. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Kühlrohrabschnitte (6) Teil eines Dampferzeugungskreislaufes sind, der bevorzugt derart eingerichtet ist, dass mit dem Kesselsystem Dampf im Naturumlauf und/oder im Zwangumlauf erzeugt werden kann.
14. Kesselsystem nach Anspruch 13, wobei der Dampferzeugungskreislauf so eingerichtet ist, dass Satt-dampf und/oder überhitzter Dampf erzeugt werden kann.
15. Verfahren zur Behandlung von Abgasen - insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, - mit einem Kesselsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, umfassend die folgenden Schritte:
 - Einleitung von Abgasen in die Brennkammer (3)
 - vollständige bzw. im Wesentlichen vollständige Verbrennung der Abgase unter Zugabe von Verbrennungsluft in der Brennkammer (3)
 - Einleitung der Abgase in den Abhitzekeessel (4) zur weiteren Abkühlung der Abgase,
 wobei während der Durchströmung der Brennkammer (3) und/oder des Abhitzekeessels (4) durch die Abgase durch Wechselwirkung der Abgase mit den Kühlrohrabschnitten (6) Dampf erzeugt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei die Brennkammer (3), insbesondere durch die Brennstoffzugabeeinrichtung, Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe zugeführt werden, die vorzugsweise zum Ausgleich von Lastschwankungen in der Brennkammer (3) verbrannt bzw. mitverbrannt werden.
17. Verwendung eines Kesselsystems gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 für die Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen.

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Kesselsystem zur Behandlung von Abgasen, insbe-

- sondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, mit zumindest einer Einlassöffnung (1) und zumindest einer Auslassöffnung (2) für die Abgase, wobei das Kesselsystem zumindest eine Brennkammer (3) und zumindest einen, der Brennkammer (3) in Strömungsrichtung der Abgase nachgeschalteten Abhitzekeessel (4) aufweist, wobei die Brennkammerwand (5) Kühlrohrabschnitte (6) aufweist, wobei die Brennkammer (3) zumindest eine Luftzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Luftzugabgabeöffnung (7), für die Zuführung von Verbrennungsluft in die Brennkammer (3) aufweist, wobei die Brennkammer (3) zumindest bereichsweise, vorzugsweise über ihre gesamte Länge bzw. im Wesentlichen über ihre gesamte Länge im Querschnitt rund bzw. im Wesentlichen rund ausgebildet ist, und wobei die Brennkammer (3) zumindest eine Brennstoffzugabeeinrichtung, vorzugsweise zumindest eine Brennstoffzugabgabeöffnung (8), für die Zugabe von Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen, bevorzugt von flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoffen bzw. Ersatzbrennstoffen, aufweist.
2. Kesselsystem nach Anspruch 1, wobei in der Brennkammer (3) zumindest ein Brenner angeordnet ist.
 3. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Innenseite der Brennkammer (3) bzw. der Brennkammerwand (5) zumindest bereichsweise mit einem feuerfesten Material (10) ausgekleidet ist.
 4. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Brennkammerwand (5) bzw. die Kühlrohrabschnitte (6) der Brennkammerwand (5) zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet ist.
 5. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Brennkammer (3) einen Verweilabschnitt (11) aufweist, der vorzugsweise in Strömungsrichtung der Abgase einen Endabschnitt der Brennkammer (3) bildet.
 6. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest einen Kesselleerzugteil (12) aufweist.
 7. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest einen Konvektionsteil (13) aufweist.
 8. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest bereichsweise einen eckigen, insbesondere einen rechteckigen Querschnitt aufweist und wobei bevorzugt zwischen der Brennkammer (3) und dem Abhitzekeessel (4) ein Querschnittsübergang von rund bzw. im Wesentlichen rund nach eckig, insbesondere rechteckig, erfolgt.
 9. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest eine Stauabscheidungseinrichtung (14) aufweist, die vorzugsweise trichterförmig ausgebildet ist.
 10. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Wandungen (15) des Abhitzekeessels (4), insbesondere des Kesselleerzugteils (12), Kühlrohrabschnitte (6) aufweisen und vorzugsweise zumindest bereichsweise als Membranwand ausgebildet sind.
 11. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Brennkammer (3) im Wesentlichen in Höhenrichtung verläuft und/oder wobei der Abhitzekeessel (4) zumindest ein Vertikalkessel ist, dessen Längsachse im Wesentlichen vertikal angeordnet ist und der vertikal bzw. im Wesentlichen vertikal von dem Abgas durchströmt wird.
 12. Kesselsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Kühlrohrabschnitte (6) Teil eines Dampferzeugungskreislaufes sind, der bevorzugt derart eingerichtet ist, dass mit dem Kesselsystem Dampf im Naturumlauf und/oder im Zwangumlauf erzeugt werden kann.
 13. Kesselsystem nach Anspruch 12, wobei der Dampferzeugungskreislauf so eingerichtet ist, dass Sattdampf und/oder überhitzter Dampf erzeugt werden kann.
 14. Verfahren zur Behandlung von Abgasen - insbesondere von staubhaltigen Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektroschrott und/oder Schredderleichtfraktionen, - mit einem Kesselsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, umfassend die folgenden Schritte:
 - Einleitung von Abgasen in die Brennkammer (3)
 - vollständige bzw. im Wesentlichen vollständige Verbrennung der Abgase unter Zugabe von Verbrennungsluft in der Brennkammer (3)
 - Einleitung der Abgase in den Abhitzekeessel (4) zur weiteren Abkühlung der Abgase,
 wobei während der Durchströmung der Brennkammer (3) und/oder des Abhitzekeessels (4) durch die Abgase durch Wechselwirkung der Abgase mit den Kühlrohrabschnitten (6) Dampf erzeugt wird, und wobei der Brennkammer (3), insbesondere durch die Brennstoffzugabeeinrichtung, Brennstoffe bzw. Ersatzbrennstoffe zugeführt werden, die vorzugsweise zum Ausgleich von Lastschwankungen

in der Brennkammer (3) verbrannt bzw. mitverbrannt werden.

15. Verwendung eines Kesselsystems gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 für die Behandlung von Abgasen aus einem Schmelzprozess von Elektro-schrott und/oder Schredderleichtfraktionen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

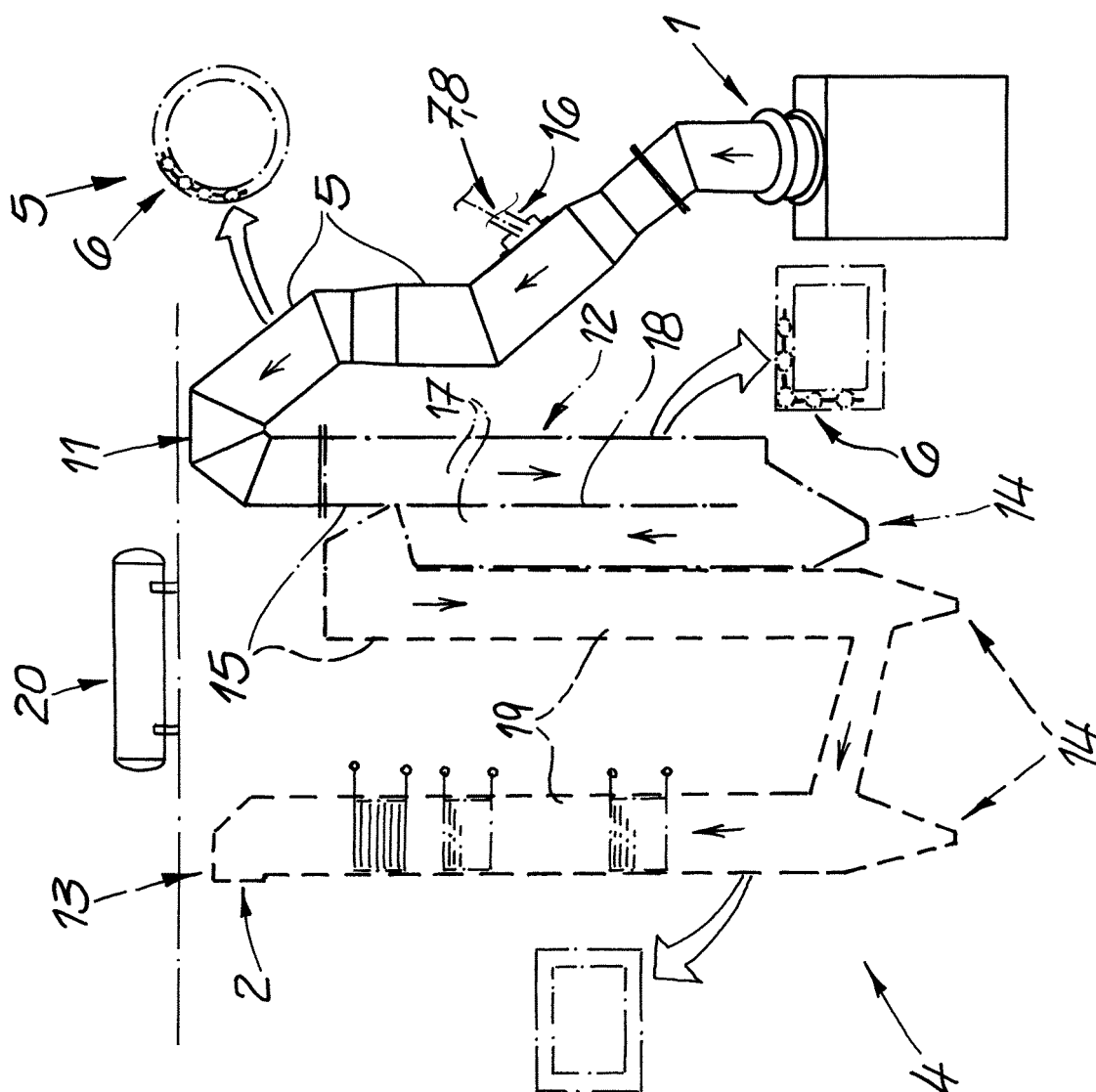
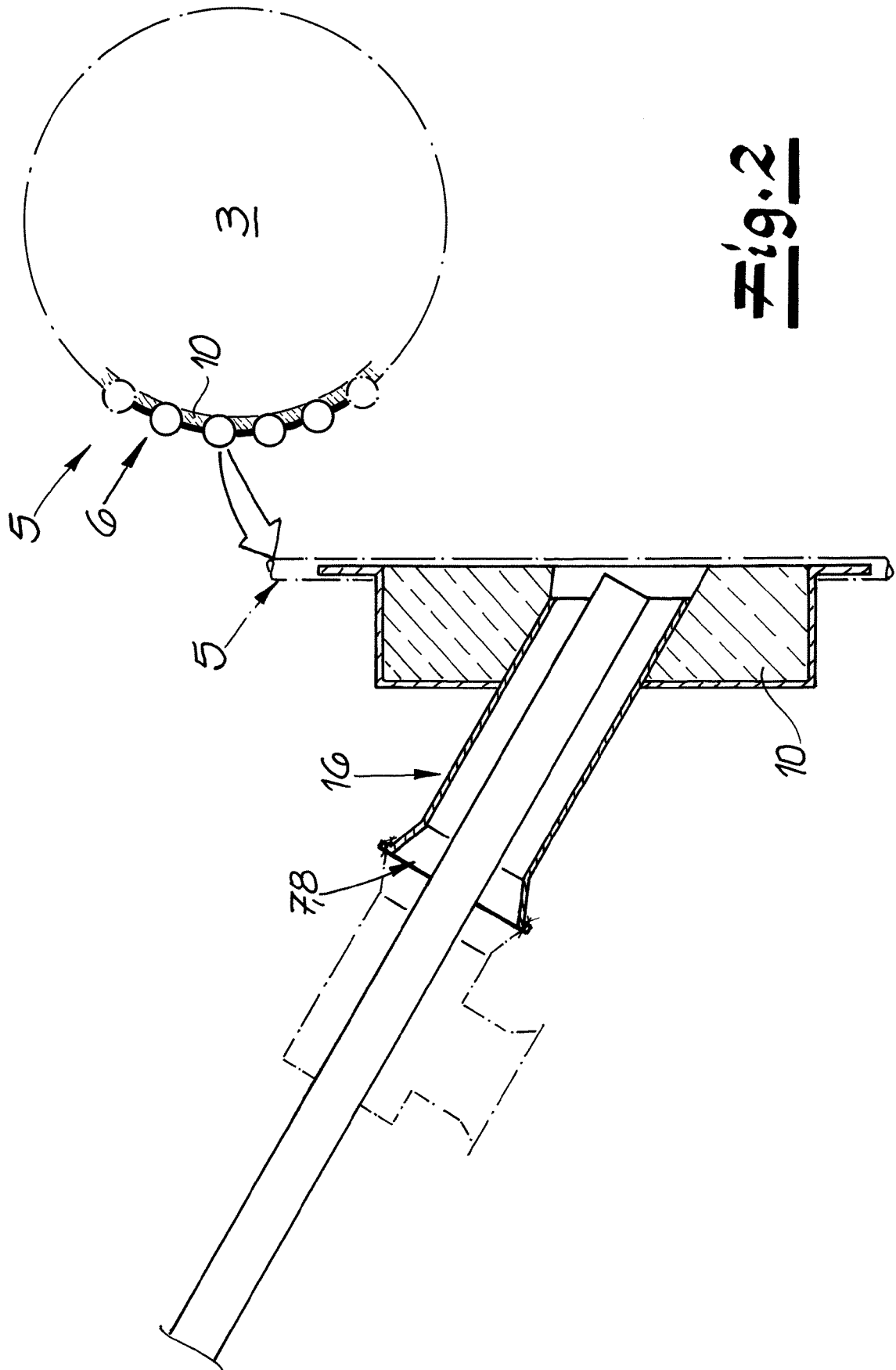


Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 17 2108

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 196 27 758 A1 (GUTEHOFFNUNGSHUETTE MAN [DE]) 15. Januar 1998 (1998-01-15)	1,3-8, 11-15	INV. F23G7/06
Y	* Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 40 * * Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 46; Abbildungen *	2,9,10, 16,17	F23J15/02 F22B1/18
Y	DE 10 2011 002615 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Juli 2012 (2012-07-19) * Absätze [0011], [0021], [0028] - Absatz [0032]; Abbildungen *	2,10,16, 17	
Y	EP 2 339 278 A1 (OSCHATZ GMBH [DE]) 29. Juni 2011 (2011-06-29) * Anspruch 5; Abbildungen *	9	
X	DE 195 35 638 A1 (GUTEHOFFNUNGSHUETTE MAN [DE]) 27. Februar 1997 (1997-02-27) * Spalte 2, Zeile 14 - Zeile 17 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 4, Zeile 61; Abbildungen *	1,3-8, 12-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F23G F23J F22G F22B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 10. September 2020	Prüfer Mootz, Frank
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 20 17 2108

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-09-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19627758 A1	15-01-1998	KEINE	
DE 102011002615 A1	19-07-2012	DE 102011002615 A1	19-07-2012
		EP 2663661 A2	20-11-2013
		ES 2554546 T3	21-12-2015
		MX 343545 B	08-11-2016
		RU 2013137766 A	20-02-2015
		US 2014023577 A1	23-01-2014
		WO 2012095329 A2	19-07-2012
EP 2339278 A1	29-06-2011	KEINE	
DE 19535638 A1	27-02-1997	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82